

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE AU DEVELOPPEMENT RURAL

DEPARTEMENT DES RECHERCHES FORESTIERES ET PISCICOLES

FERTILISATION FORESTIERE
DANS LE TAMPOKETSIA D'ANKAZOBE
(STATION DE MANANKAZO - MADAGASCAR)

FO.FI.FA - DRFP : note 538

par D. LOUPPE
(Chercheur du CTFT/CIRAD)

Mars 1985.

RESUME :

Le plateau du Tampoketsa d'Ankazobe (1500-1600 m), retenu pour un vaste programme de reboisement, présente des sols chimiquement très déficients sur lesquels les plantations forestières (Pinus patula principalement) montrent une croissance faible: la surface terrière atteint des valeurs de 7 à 12 m²/ha à 8 ans alors que l'on peut dépasser 30 m²/ha au même âge sur une bonne station.

Une bonne fertilisation de départ, associée à un travail du sol convenable permet d'au moins doubler la production en surface terrière. Les problèmes du mode et de la forme de l'apport d'engrais et de la persistance de son effet sont abordés.

Ensuite on traite de la fertilisation en cours de révolution: de rattrapage ou de renouvellement.

Enfin, en conclusion, des techniques de reboisement et de fertilisation sont proposées et les recherches complémentaires qu'il serait souhaitable d'entreprendre sont brièvement décrites.

1 CADRE DE L'ETUDE

1.1 Localisation

Le Tampoketsa d'Ankazobe situé à 100 km et plus au nord d'Antananarivo est un vaste plateau plus ou moins ondulé. Son altitude varie de 1500 à 1600 m.

La "Réserve Forestière de Manankazo" est située au centre du Tampoketsa. Elle couvre une superficie de 18.000 hectares. Elle inclut quelques vestiges forestiers dans les talwegs et les têtes de vallées ainsi que la forêt d'Ambohitantely (2.000 ha environ). Avant le début des reboisements, il y a une vingtaine d'années, le reste de la surface était couvert de graminées.

Cette région est très peu peuplée.

1.2 Climat

Le climat est tropical d'altitude, soumis aux influences des alizés indiens.

La pluviométrie, pendant la période expérimentale (1962-1981), fut de 1773 mm/an dont 87% pour la période novembre-mars. La saison sèche, marquée, s'étale donc de mai à octobre. L'évaporation (Piche) du mois d'avril, mois de transition, reste néanmoins inférieure aux précipitations.

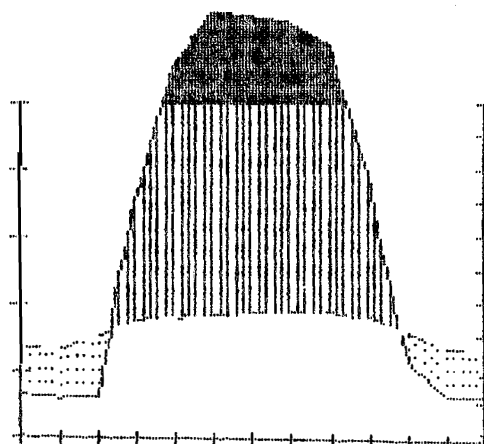
L'humidité relative est toujours importante. Elle ne descend en dessous de 90% (en moyenne) à 7 heures du matin que pendant les mois de juin (89%) et septembre-octobre (83%). Ainsi le nombre de jours de brouillard est élevé: 272 jours en 1962 dont 199 jours de brouillard concentré dans les vallées et 73 jours sur l'ensemble du plateau.

La température annuelle moyenne est de 16,8 degrés. La saison froide, où les températures minimales descendent sous les 10 degrés, correspond à la saison sèche (juin à septembre). Le minimum absolu enregistré est de 1 degré. La température moyenne des maxima est de 21,9 degrés. Leur moyenne dépasse 23 degrés pendant les mois d'octobre, novembre et décembre.

L'action des vents est importante et leur direction est, d'une manière presque constante (80%), de l'est.

DONNEES CLIMATOLOGIQUES (1962 - 1981)

! MOIS	! P(mm)	! evp(mm)	! T max	! T min	! T moy
! JUILLET	! 13,5	! 66,3	! 19,2	! 8,4	! 13,7
! AOUT	! 12,6	! 75,9	! 19,6	! 8,2	! 13,8
! SEPTEMBRE	! 13,4	! 91,6	! 22,0	! 9,4	! 15,5
! OCTOBRE	! 70,7	! 94,2	! 23,7	! 10,9	! 17,5
! NOVEMBRE	! 208,7	! 69,8	! 23,7	! 12,7	! 18,5
! DECEMBRE	! 368,7	! 52,6	! 23,2	! 13,8	! 18,5
! JANVIER	! 356,9	! 50,1	! 22,8	! 14,4	! 18,7
! FEVRIER	! 339,0	! 38,4	! 22,8	! 14,5	! 18,8
! MARS	! 272,7	! 43,4	! 22,7	! 14,1	! 18,7
! AVRIL	! 78,9	! 45,0	! 22,5	! 13,2	! 17,9
! MAI	! 23,9	! 47,2	! 21,7	! 11,1	! 16,3
! JUIN	! 14,0	! 52,9	! 19,4	! 9,2	! 14,2
! ANNEE	! 1773,0	! 727,4	! 21,9	! 11,7	! 16,8



1.3 Géologie, géomorphologie

Le Tampoketsa d'Ankazobe est inclus dans le système précambrien à formations de migmatites et migmatites granitoides qui donnent un aspect uniformément cristallin à toute cette zone.

Un cuirassement assez récent (Pliocène) n'a laissé que quelques vestiges sur des surfaces horizontales demeurées à l'écart du rajeunissement généralisé. Ces lambeaux de cuirasse n'intéressent pas la zone de l'étude. Par contre, au même niveau que ceux-ci, aux sommets de mamelons, on rencontre des gravillons ferrugineux très ronds, sur des replats très caractéristiques qu'ils ont protégés de l'érosion.

Le vallonnement est assez doux, les vallées sont peu profondes et occupées en majorité par des tourbières.

La disparition de la forêt et la destruction de la prairie, toutes deux d'origine anthropique, seraient la cause d'un rajeunissement récent et rapide du relief: apparition de LAVAKAS et creusement rapide des vallées suite à l'importance nouvelle des crues.

1.4 Pédologie et phytosociologie

Le seul type de sol nous concernant, bien que l'on en rencontre d'autres dans la zone de l'étude, est le "sol ferrallitique lessivé brun jaune sous prairie".

Ces sols sont de très grande profondeur et présentent fréquemment, plus ou moins près de la surface, un horizon gravillonnaire d'épaisseur variable.

L'humus, lorsqu'il n'a pas disparu suite aux feux répétés et à l'érosion consécutive, présente les caractéristiques d'un moder acide: un rapport C/N relativement élevé (15 à 20 voire 25-26), un pH fortement acide (<5), un taux de saturation en cation faible.

La texture du sol est: limon argileux à argile. Le pH du sol est fortement acide (4,4 à 4,9), la teneur en bases échangeables est très faible (0,4 à 1,4 m.e.% en surface) ainsi que la capacité d'échange cationique (7 à 13 m.e.% en surface, 1m.e.% vers 70cm)

Cinq différents essais en vases de végétation (culture de Ray-Grass) effectués sur les horizons superficiels ont montré l'existence des carences suivantes:

- PHOSPHORE: grave à très grave
- POTASSE: moyenne à grave
- CALCIUM: secondaire à grave selon les stations
- MAGNESIUM: nulle à moyenne
- SOUFRE: nulle à faible
- OLIGO-ELEMENTS: carence faible

La végétation naturelle est une maigre steppe à graminées à base de Loudetia stipoides, Aristida multicaulis, Elionurus tristis. Cette steppe est fréquemment parcourue par les feux qui jouent un grand rôle dans sa dégradation et dans la régression des relicttes forestières de la contrée.

Ce feu, parfois naturel (orages) mais souvent anthropique, joue un tel rôle dans la région qu'il nous a empêché de mener à terme (exploitation) la totalité des essais dont il sera question plus loin.

2 PLAN DE L'ETUDE

Celle-ci se divise en trois parties.

La première est l'étude de la fertilisation à la plantation ou fertilisation de départ, développant les points suivants: interaction de la fertilisation et du travail du sol; effets des éléments principaux et leur interaction; comment et sous quelle forme apporter les engrais; et persistance de l'effet de l'engrais.

La seconde s'attachera à décrire les quelques essais de fertilisation ou de refertilisation en cours de révolution, essais trop prématurément détruits par le feu, hélas!

La troisième présentera brièvement les techniques de reboisement et de fertilisation à utiliser suite aux résultats des essais ainsi que quelques recherches complémentaires qu'il serait bon d'entreprendre.

3 FERTILISATION A LA PLANTATION, FERTILISATION DE DEPART

3.1 Introduction

Ainsi que nous venons de le voir, les sols de prairie du Tampoketsa sont extrêmement pauvres. Empiriquement, on attribue à la forêt le pouvoir de se développer sur la majorité des sols. La station de Manankazo, fort de ce préjugé, a été retenue pour y effectuer un aménagement intégré dont une grande part de reboisements.

La partie agriculture et paturages améliorés s'est révélée illusoire sans le secours des engrais. La partie forestière, dans l'optique de reboisements économiques, n'a pas non plus donné les résultats escomptés. Ici aussi, on a donc recherché le secours des engrais afin d'aider, dans un premier temps, les plantations à mieux démarrer.

Les essais ont, sauf précision, été menés sur Pinus patula.

3.2 Effet global de la fertilisation et interaction avec le travail du sol.

Dans ce paragraphe, nous comparerons des plantations réalisées avec et sans fertilisation sans tenir compte de la formule fertilisante utilisée (point qui sera développé ultérieurement). Nous nous pencherons également sur l'interaction éventuelle des engrais et du travail du sol.

3.2.1 Fertilisation de deux espèces de Pins

L'essai 4 compare la réponse de Pinus patula et de Pinus kesiya à la fertilisation suivante (doses en kg/ha): 27,6 N, 106 P2O5, 48 K2O, 144 CaO et 18 S.

A 7,5 ans nous obtenons les résultats suivants:

+-----+-----+-----+		
!HAUTEUR MOYENNE ! P. patula ! P. kesiya !		
+-----+-----+-----+		
!sans engrais	! 298 cm	! 348 cm
!avec engrais	! 495 (+66%)	! 517 (+49%)
+-----+-----+-----+		

La réponse à la fertilisation s'est marquée dès la première saison. Bien que les gains d'accroissement soient importants (50% et plus) on observera que la vitesse de croissance reste incompatible avec une sylviculture de courte révolution (25 ans) telle que souhaitée.

Nous noterons également que c'est dans cet essai que sont apparus, pour la première fois, des dessèchements de cime chez Pinus patula. Ceux-ci, bien que peu importants: 10-12% dans les parcelles fertilisées, contre 2% dans les traitements sans engrais, dénotent un déséquilibre alimentaire, peut-être en oligo-éléments, ralentissant la croissance.

3.2.2 L'engrais et le travail du sol

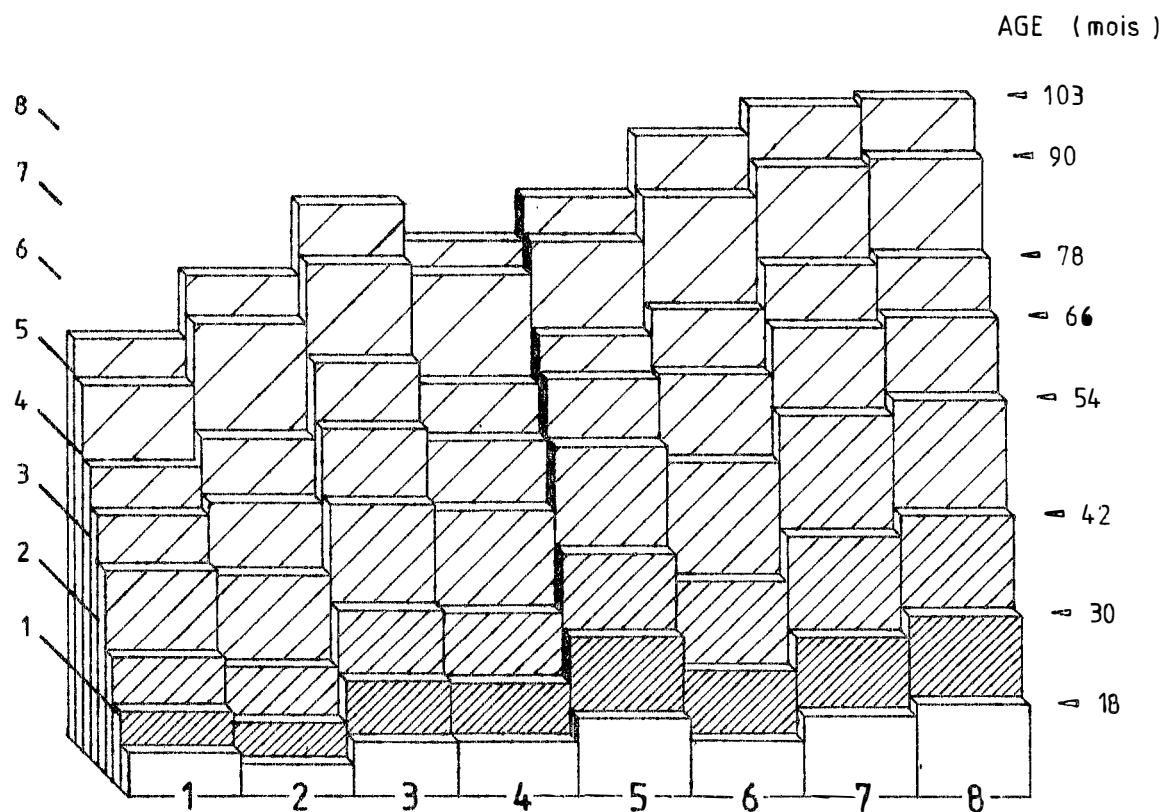
La fertilisation et le travail du sol, deux techniques permettant l'établissement rapide du peuplement, ont été testés simultanément dans les essais 3 et 6 dont les résultats sont présentés aux graphiques 1 et 2.

Bien qu'à 8 ans et demi les témoins (trouaison sans engrais) soient identiques; la surface terrière est de 11 m2/ha, on constate de grandes différences quant à la réaction des arbres au travail du sol. Dans l'essai 6, la préparation

GRAPHIQUE 1.

Manankazo essai III

TRAVAIL DU SOL ET FERTILISATION



CROISSANCE EN HAUTEUR

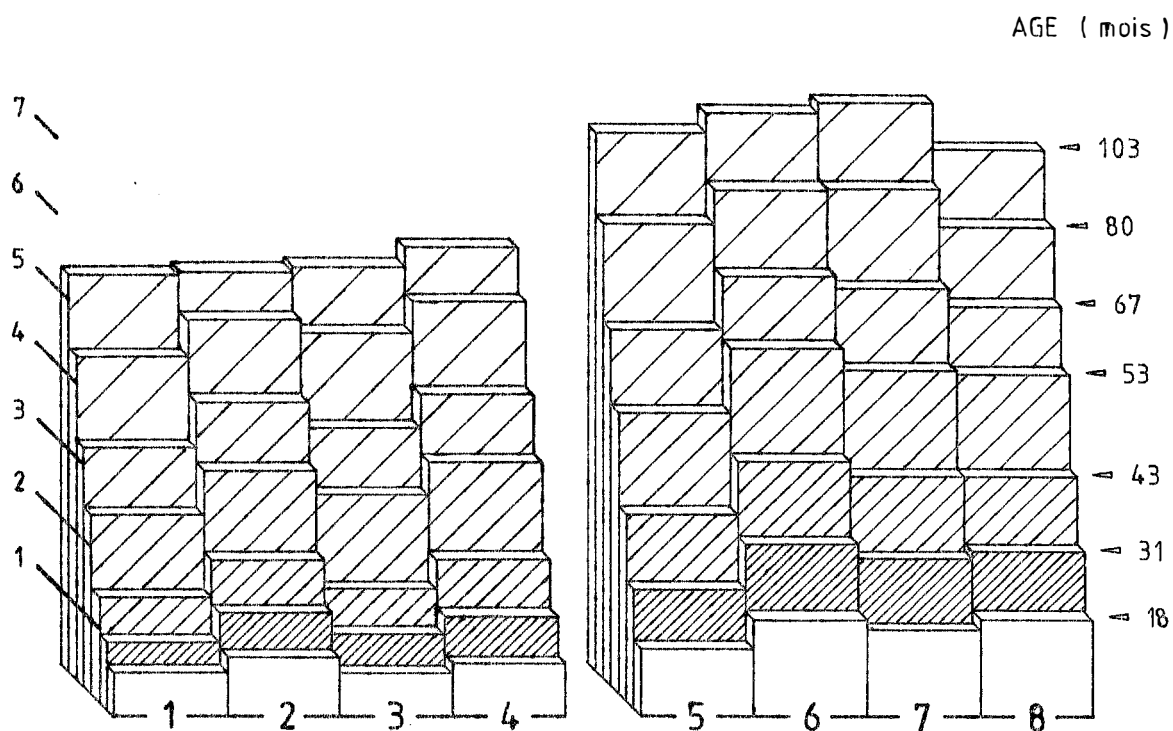
1	TROUAISON	
2	SOUS-SOLAGE	+ 26 %
3	BILLONNAGE	+ 82 %
4	SOUS-SOLAGE-BILLONNAGE	+ 59 %

AGE : 8 ans et demi

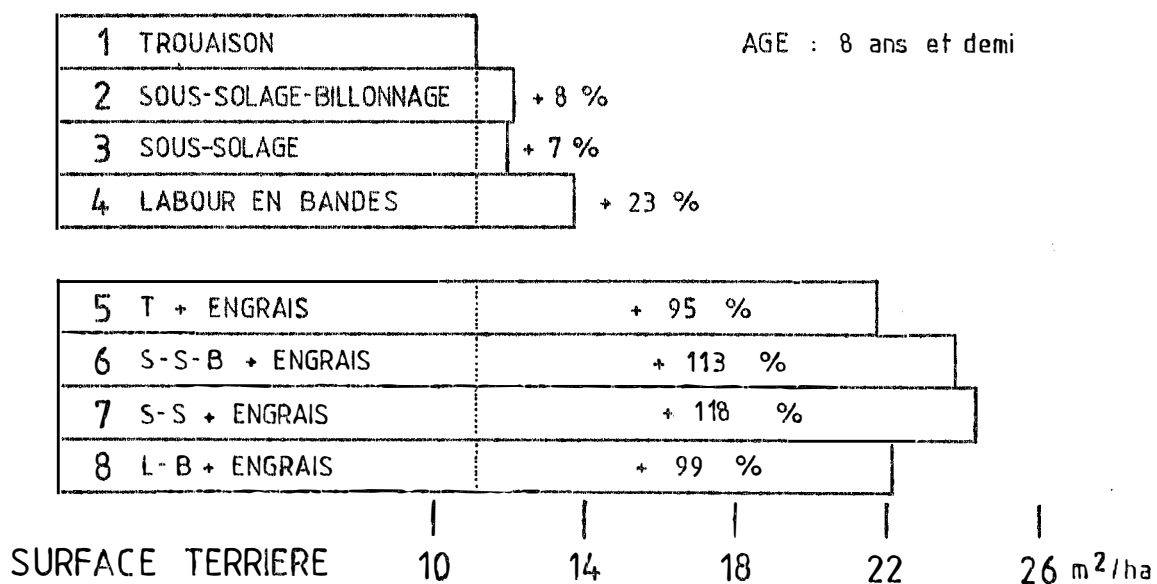
5	TROUAISON + ENGRAIS	+ 89 %
6	S-S + ENGRAIS	+ 108 %
7	B + ENGRAIS	+ 130 %
8	S-S-B + ENGRAIS	+ 147 %

SURFACE TERRIERE (m²/ha) 12 16 20 24 28

TRAVAIL DU SOL ET FERTILISATION



CROISSANCE EN HAUTEUR



du terrain n'apporte que peu de gain (23% pour le labour en bandes) alors que dans l'essai 3 on remarquera qu'un bon travail du sol (billonnage) permet d'améliorer autant la production qu'une fertilisation sur simple trouaison.

Ces deux essais ne nous révèlent aucune interaction entre le travail du sol et l'apport d'engrais (sauf les 2 premières années). L'essai 3 a permis de mettre en évidence deux effets significatifs: billonnage et engrais. L'engrais à lui seul apporte un gain de 54 et 88% en surface terrière ce qui est considérable.

Ces essais nous montrent qu'il est néanmoins souhaitable d'associer la fertilisation à un bon travail du sol (l'essai 11 sur Eucalyptus, dont il sera question plus loin nous le confirme) tel le labour en bandes, le billonnage ou le sous-solage-billonnage. En fait, il semble que ce ne soit pas tellement la profondeur du travail du sol (sous-solage) qui soit déterminante mais bien la quantité de sol retourné. C'est pourquoi à l'avenir le labour en plein devra être également étudié.

Ces essais ont montré aussi que la fertilisation augmente l'effet de la concurrence des graminées lorsque ce sont ces dernières qui profitent de l'engrais. Ce fait a été particulièrement marqué pour le sous-solage simple sans sarclage autour des plants. Bien qu'il n'ait pas été testé sur cette station, il est vraisemblable que le désherbage des plantations dans le jeune âge aurait eu une influence considérable sur la croissance.

3.2.3 Mode d'apport de l'engrais: localisé ou diffus ?

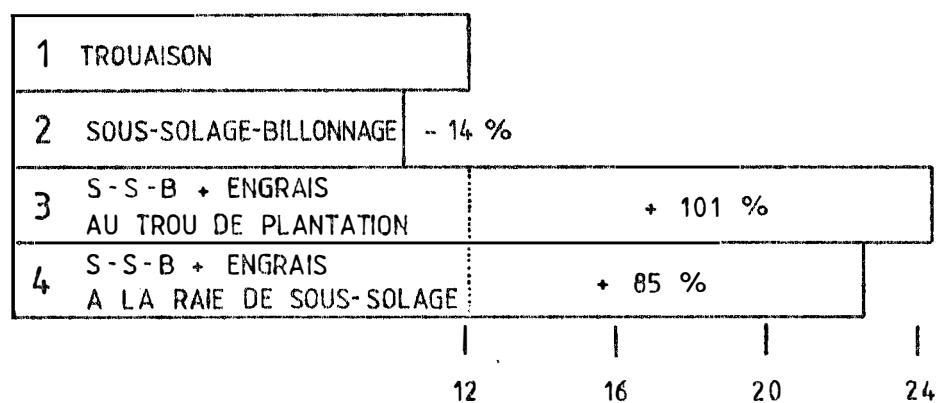
Ce point a été testé dans les essais 2 et 9. Ceux-ci montrent (voir graphique 3) que l'apport au trou de plantation est plus efficace que l'apport dans la raie de sous-solage. A noter toutefois que l'apport au trou a été fait le jour de la plantation tandis que celui à la raie a été fait, pour des raisons techniques 7 mois plus tôt.

Par contre, le fractionnement de l'engrais: moitié localisé, moitié diffus, donne de meilleurs résultats. Le fait n'est pas isolé et se retrouve dans l'essai 9 du Mangoro où l'effet de l'apport diffus se marque après quelques années: on a obtenu un gain de 13% en volume sous écorce à 13 ans.

TRAVAIL DU SOL ET MODE D'APPORT DE L'ENGRAIS

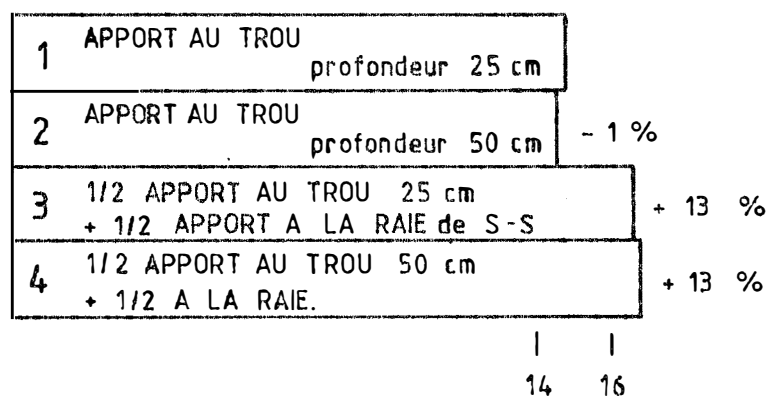
Manankazo essai II

SURFACES TERRIERES (m^2/ha) à 8 ans et demi



Manankazo essai IX

SURFACES TERRIERES (m^2/ha) à 6 ans et demi



sur sous-solage-billonnage

3.3 Effet des éléments principaux et de leur interaction

3.3.1 Interaction avec le travail du sol

L'essai 11, sur Eucalyptus camaldulensis, espèce peu adaptée à cette zone éco-climatologique, nous révèle une interaction très importante entre le travail du sol et la composition de l'engrais: (voir graphique 5)

- sans travail du sol (trouaison) l'Eucalyptus ne réagit qu'à l'apport de la fumure complète NPK.

- avec un travail du sol en profondeur, mais retournant peu de sol (sous-solage), il y a, semble-t-il, additivité des effets de P, K et N.

- avec un travail du sol intense en surface (labour en bandes ou sous-solage-billonnage) on constate une forte réponse au phosphore; la réaction complémentaire à K et à N est beaucoup moins sensible.

Quelle peut en être la raison ? Le travail du sol semble accélérer la minéralisation de K et N. L'alimentation des plants en ces éléments serait donc meilleure dès le départ et les arbres ne demanderaient, en priorité, qu'un complément de P bien que celui-ci ne permette pas d'atteindre l'optimum nutritionnel.

Aucun autre essai de ce type n'a été effectué, ni à Manankazo, ni dans aucune autre station. Il serait cependant intéressant de le multiplier dans diverses zones climatiques en faisant des analyses chimiques, de sol et foliaires, de contrôle.

3.3.2 Essais sur Pinus patula

Premier test: essai 1.

Cet essai, sans répétition, nous montre (voir graphique 4) l'importance d'une fertilisation complète NPK: le gain en surface terrière est de 114% à 8 ans et demi.

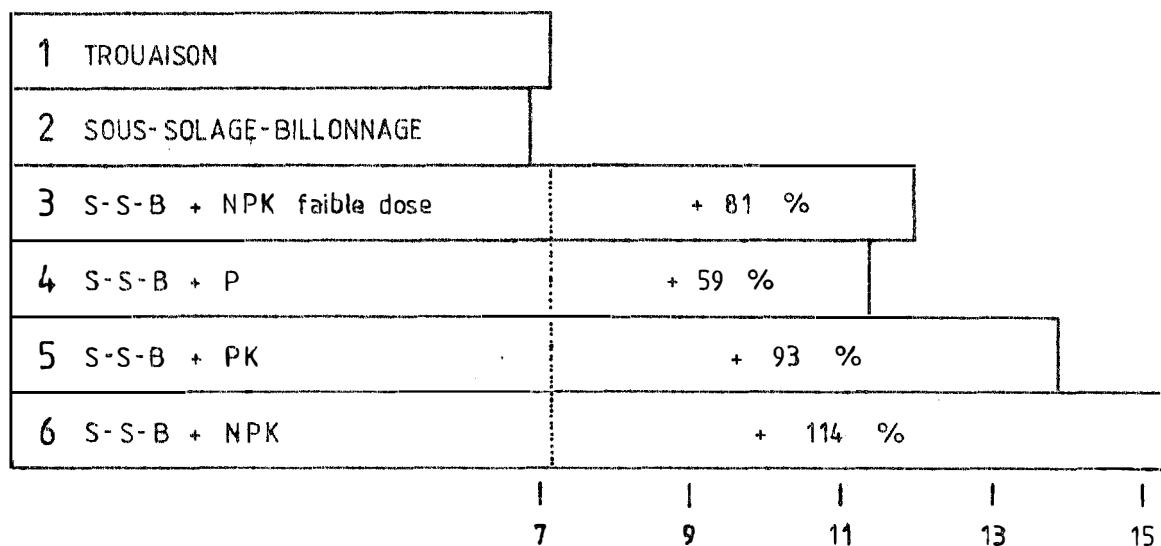
Essai factoriel NPK: essai 5.

Les résultats de cet essai sont présentés au graphique 6. De par le dispositif statistique adopté, les résultats sont beaucoup plus précis que ceux de l'essai précédent.

FERTILISATION P - PK et NPK.

Manankazo essai I (*Pinus patula*)

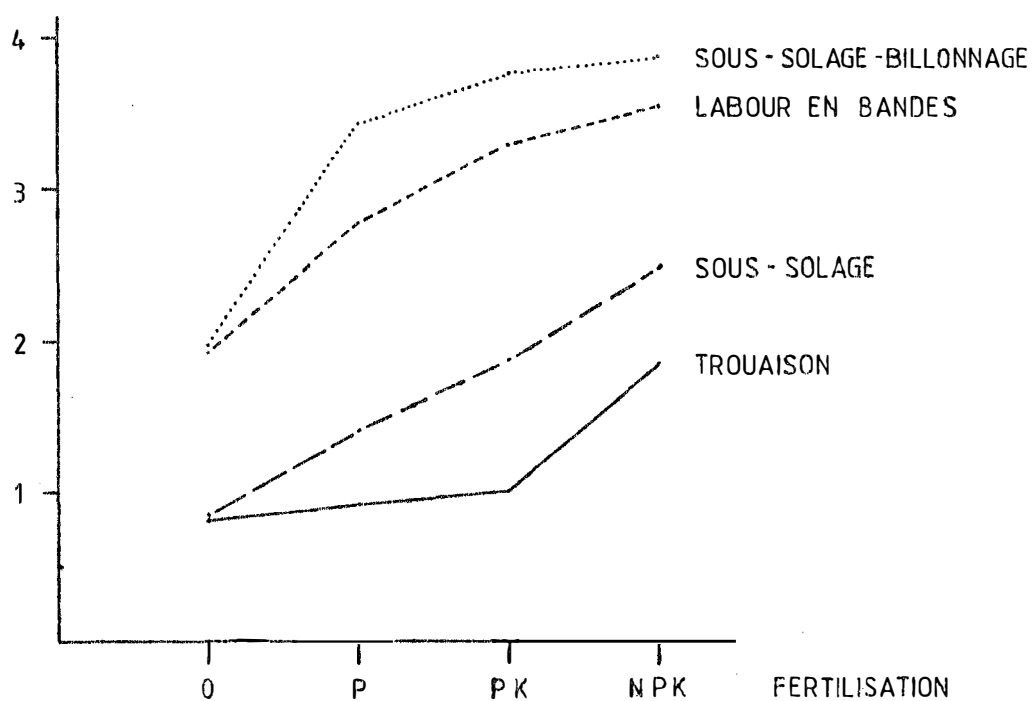
SURFACES TERRIERES (m^2/ha) à 8 ans et demi



Manankazo essai XI (*Eucalyptus camaldulensis*)

HAUTEURS (m)

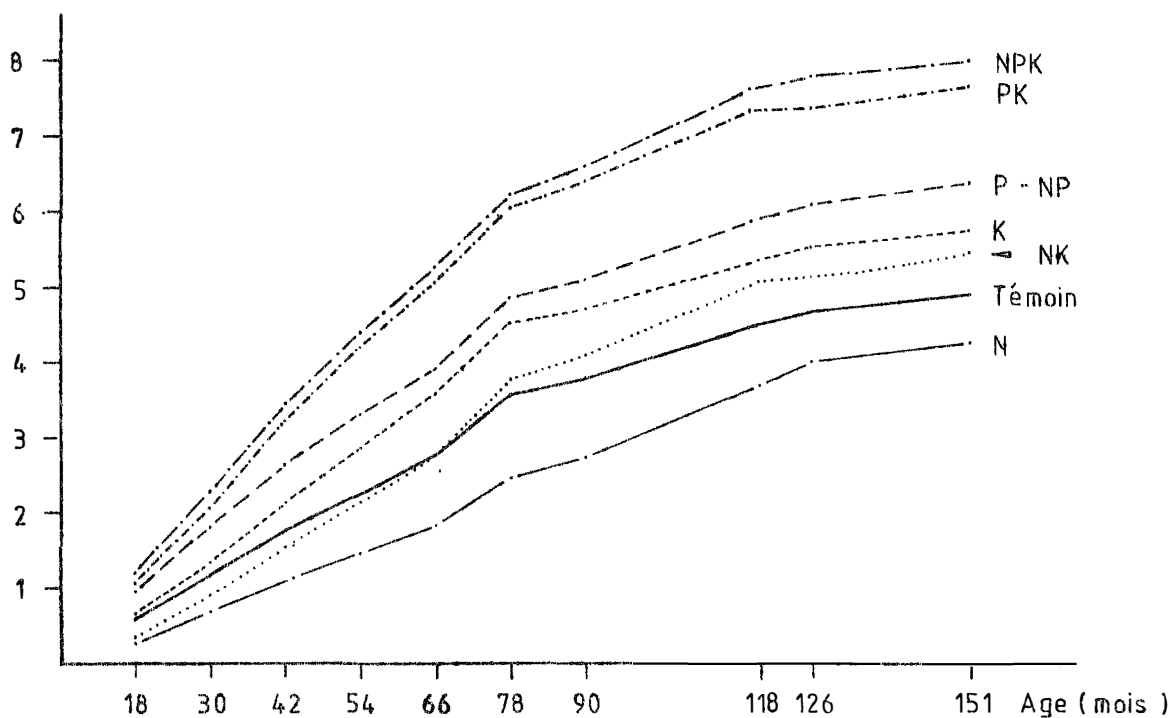
AGE : 4 ans et demi



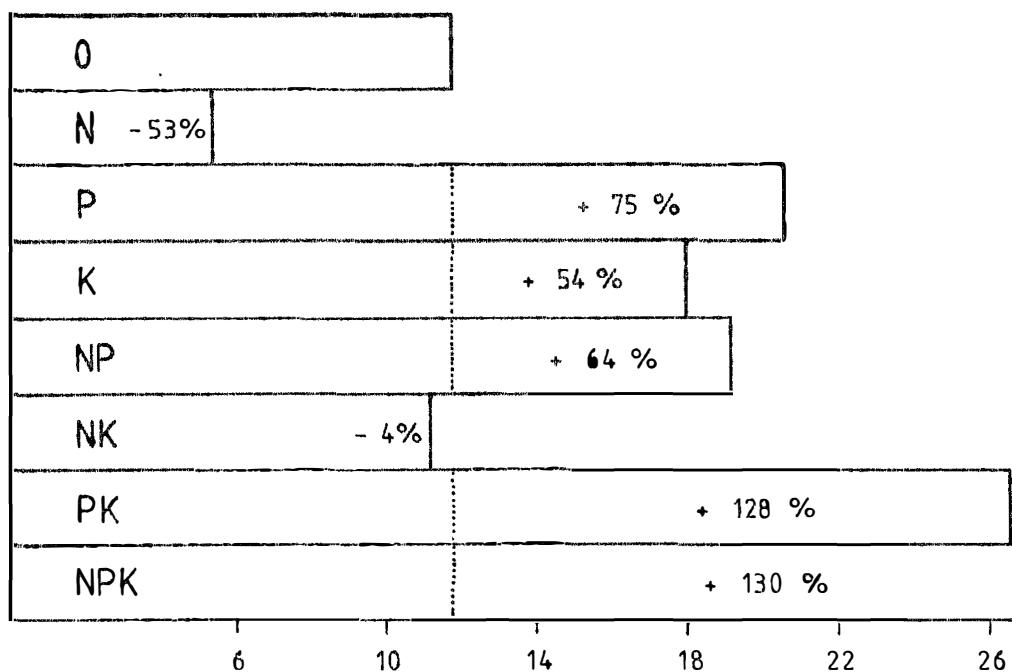
FACTORIEL N P K

Manankazo essai V

Hauteurs (m)



SURFACES TERRIERES (m²/ha) à 12 ans et demi



Les seuls effets statistiquement significatifs sont ceux de chaque élément pris individuellement.

L'effet de l'azote est dépressif. Ce qui est dû, en majeure partie, à l'importante mortalité provoquée par l'apport de cet élément. Celui-ci a été apporté en couverture, en deux fois: 10g de perlurée un mois après plantation et 10g en début de la saison des pluies suivante. Ce fait nous rappelle qu'il est indispensable d'éviter tout contact direct des plants avec un engrais azoté. L'azote en lui-même n'est pas toxique, en effet, dans l'essai 12 on a apporté des doses allant jusqu'à 15g d'azote pur par plant sans provoquer de mortalité.

Les effets de la Potasse (+54%) et du Phosphore (+75%) sont strictement additifs: PK: +128% et NPK: +130% (Ces chiffres concernent les surfaces terrières).

Cet essai confirme donc les résultats obtenus dans les essais précédents; il met en plus en évidence la difficulté de la maîtrise de la fertilisation azotée.

3.4 Sous quelle forme apporter les différents éléments ?

Ce problème est important. En effet, selon la composition de l'engrais un élément peut être associé ou non à un autre (calcium, magnésium, soufre,... par exemple) avec lequel il peut avoir un synergisme capital. La forme d'apport a également un impact économique: tel ou tel engrais peut être moins cher que tel autre et donner un résultat identique.

Les principaux résultats d'essais sont schématisés au graphique 7.

3.4.1 Fertilisation azotée

Dans l'essai 13, avec fumure de fond PK, l'apport d'azote sous forme uréique ou ammoniac-nitrique se concrétise par une diminution de l'ordre de 10% de la croissance en surface terrière.

Dans nos essais l'apport d'azote, en plus de P et K, donne des résultats très différents: ici il est légèrement dépressif, dans l'essai 5 il n'a aucune influence, dans l'essai 1 il apparaît indispensable et dans l'essai 11 son effet est fonction du travail du sol.

Cet élément pose donc, pour le Pinus patula, un problème.

FORMES D'APPORT

Résultats à 6 ans et demi

1. azote : Manankazo essai XIII

FUMURE DE FOND (kg/ha) : P_2O_5 : 104 - K_2O : 48 - CaO : 121,5 - S : 19,5

0 + 0 = TEMOIN	
1 + 20g Perlurée / trou (18,4 kg N / ha)	-10 %
2 + 40g Ammonitrate / trou (20,8 kg N / ha)	-12 %
3 + 20g Perlurée / arbre en surface après 1 mois	-12 %
4 + 40g Ammonitrate " " " " " "	-19 %
5 Fumure : 300 kg/ha NPK 11 - 22 - 16	-9 %

2. phosphore : Manankazo essai VIII

FUMURE DE FOND (kg/ha) : K_2O : 48 - MgO : 20 - S : 18 - CaO : 28 (T. 1,2,3,5)

1 + 0 : TEMOIN avec dolomie	
2 + 200 kg/ha Phosphates naturels	+8 %
3 + 400 kg/ha " "	+ 24 %
5 + 600 kg/ha " "	+ 25 %
6 + 0 : TEMOIN sans dolomie	-3 %
7 + 300 kg/ha Scories	+6 %
8 + 600 kg/ha " "	+ 22 %
9 + 900 kg/ha " "	+18 %

FUMURE DE FOND
 K_2O : 48 - S : 18
 (T. 6 à 9)

3. potasse : Manankazo essai VII

FUMURE DE FOND (kg/ha) : P_2O_5 : 116 - CaO : 230 - MgO : 20

+ 0 : TEMOIN	
+ 48 kg/ha K_2O (chlorure)	+ 34 %
+ 96 kg " "	+ 43 %
+ 48 kg/ha K_2O + 18 kg S (sulfate)	+ 51 %
+ 96 kg/ha K_2O + 36 S	+ 68 %

SURFACES TERRIERES (m²/ha) 10 14 18

Le phénomène azote devrait être réétudié sous un angle nouveau et de manière plus approfondie.

3.4.2 Fertilisation phosphatée

L'essai 8, dont la fumure de fond est le sulfate de potasse sans azote, compare diverses doses d'apport de phosphates naturels et de scories.

Nous obtenons 2 courbes de réponses assez voisines qui situeraient l'optimum entre 120 et 180 kg de P_2O_5 par hectare soit 4 à 600 kg de phosphates naturels ou 6 à 900 kg de scories.

L'apport du phosphore sous forme de scories ne se justifie pas car, sans apporter d'amélioration, il augmente considérablement les coûts de la fertilisation.

3.4.3 Fertilisation potassique

La fumure de fond de l'essai 7, hyperphosphate et dolomie, ne contient pas d'azote.

L'essai visait à mettre en évidence l'avantage du Chlorure de Potasse bon marché, sur le Sulfate de Potasse qui avait été utilisé jusqu'à cette date.

Comme on s'inquiétait d'une éventuelle toxicité du chlorure, 4 dates d'apport de l'engrais ont également été testées: 32, 20, 8 jours avant et le jour de la plantation.

Aucune différence significative entre dates n'est perceptible mais on constate que, plus l'apport d'engrais est fait longtemps avant la plantation plus la production est faible. Dans le cas présent, la perte est de 9% pour la fertilisation un mois avant plantation.

La dose de 200 kg/ha de sulfate de potasse donne les meilleurs résultats. La dose de 100 kg/ha de K_2SO_4 donne un accroissement de productivité semblable à l'apport de 160 kg/ha de chlorure de potasse lequel n'est pas beaucoup supérieur à l'apport de 80 kg/ha de KCl.

Ici, le sulfate montre donc un avantage certain sur le chlorure. Ce qui ne semble pas tellement être le fait de la Potasse mais celui du soufre qui, ainsi que nous l'avons vu plus haut, est légèrement carencé dans les sols de cette région.

3.4.4 Toxicité des engrais

L'essai 12 visait à tester la toxicité éventuelle, surtout à forte dose, des engrais suivants:

- AZOTE: ammonitrate, perlurée et sulfate d'ammoniaque
- PHOSPHORE: phosphate d'os et supertriple
- POTASSE: sulfate et chlorure de potasse
- ENGRAIS COMPOSE: PK 21-16

Aucune mortalité anormale n'a été observée.

3.5 Persistance de l'effet engrais

Le seul essai nous permettant d'estimer la persistance de l'effet engrais est l'essai 5 "factoriel NPK"; en effet, c'est le seul essai ayant pu être régulièrement suivi jusqu'à l'âge de 12 ans. Le graphique 8 nous présente les accroissements annuels moyens et courants en surface terrière des parcelles avec fertilisation phosphorée, potassique et phospho-potassique. Malheureusement, le témoin n'a été mesuré en surface terrière qu'une seule fois; il nous est donc impossible de le comparer aux autres traitements.

Nous constatons que les différences d'accroissement annuel courant, qui étaient nettement marquées à 8 ans ne le sont plus à 9. On peut donc penser qu'à partir de cet âge l'effet de l'engrais apporté à la plantation devient négligeable.

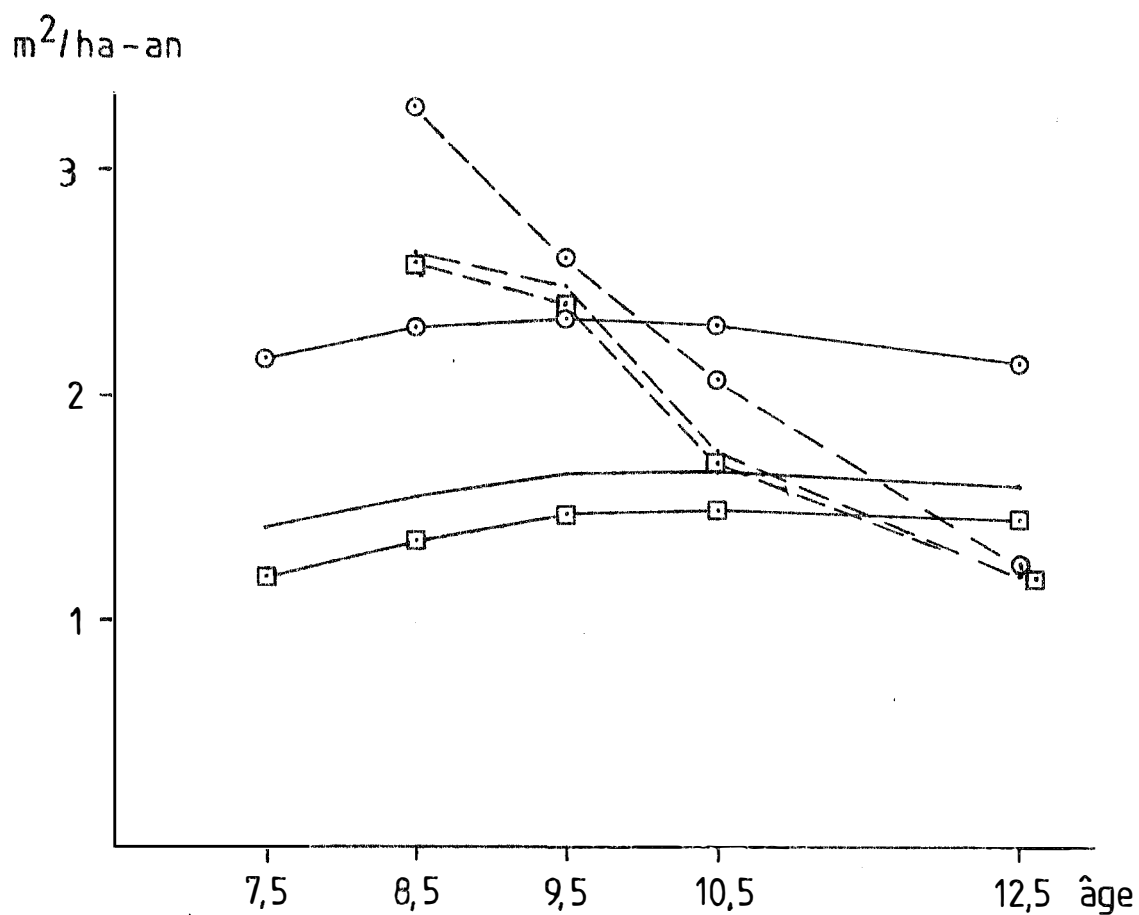
Ce serait donc vers cet âge (7 à 8 ans) qu'il conviendrait de refertiliser les plantations pour leur assurer une production soutenue.

En effet, nous remarquons qu'entre 10 et 11 ans l'accroissement annuel courant, quelle que soit la fertilisation, devient inférieur à l'accroissement annuel moyen. Ce phénomène doit intervenir un peu plus tard en ce qui concerne les volumes. En terme "économique" ceci signifie que l'âge optimal d'exploitation serait de 13-14 ans avec un volume sur pied, dans le cas d'une fertilisation PK ou NPK de départ, de 120 à 130 m³/ha sur écorce, volume relativement faible que seul un deuxième apport d'engrais peut augmenter.

Ceci nous amène inexorablement à nous pencher sur la "rentabilité financière" de la fertilisation. Celle-ci, grosso-modo, double la surface terrière, et souvent plus, vers 10 ans. Ce qui, en terme de volumes, augmente la production de 150% environ. L'apport d'engrais rehaussant le coût de

PERSISTANCE DE L' EFFET ENGRAIS.

Manankazo essai V



———— accroissement annuel moyen en surface terrière

- - - - - accroissement annuel courant " "

· phosphore

▣ potasse

⊙ phospho-potassique

plantation de +/- 25% on peut estimer grossièrement que la fertilisation diminue le prix du mètre cube produit par 2.

4 FERTILISATION EN COURS DE REVOLUTION

4.1 Objet

Suite aux succès obtenus avec les fertilisations de départ, il a semblé que l'on se devait d'améliorer aussi la croissance des autres plantations existantes dont la productivité était extrêmement faible.

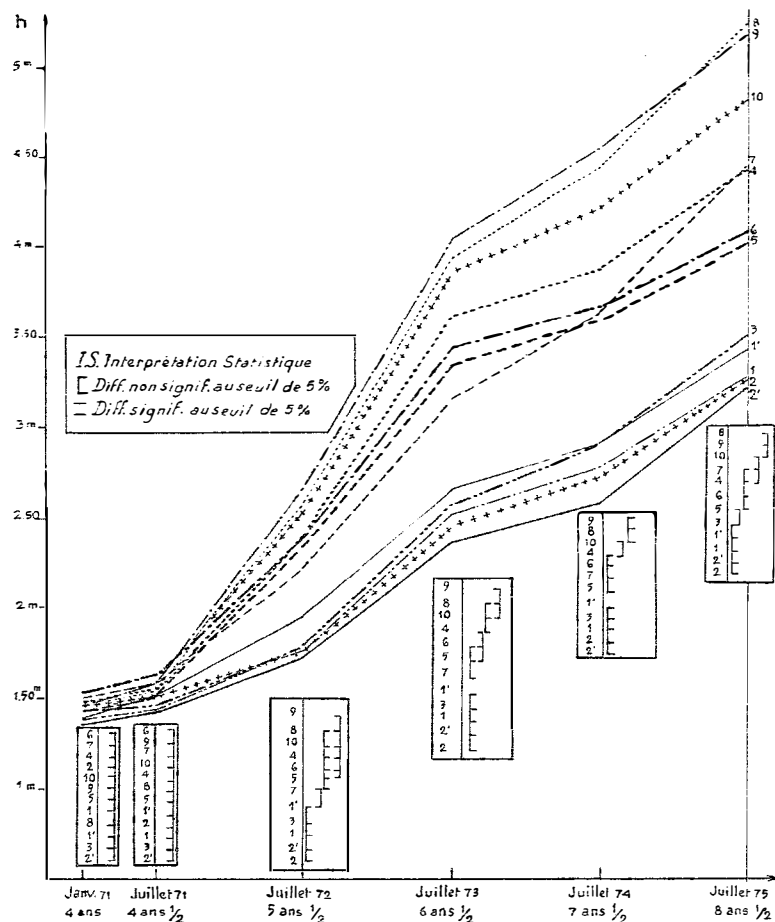
Très tôt: 2 ans après la mise en place du premier essai de fertilisation, le CTFT s'est attaqué à ce problème en réalisant un petit test de fertilisation phosphatée sur une plantation âgée de 3 ans (hm=2m) ayant déjà reçu une faible fertilisation à la plantation. Ce test n'a pas été convaincant: gain de 8% sur la hauteur moyenne et 10% sur la circonférence en 4 années.

4.2 Fertilisation de jeunes plantations

4 ans après le test dont il vient d'être question, ont été installés les tests 14 (sur Pinus patula âgés de 4 ans pour une taille de 1,5m) et 14bis (sur Pinus kesiya âgés de 3 ans pour une hauteur de 60cm) dont les résultats sont présentés aux graphiques 9 et 10.

Sont testés ici le sarclage, les fertilisations P, PK et NPK à 1 ou 2 doses.

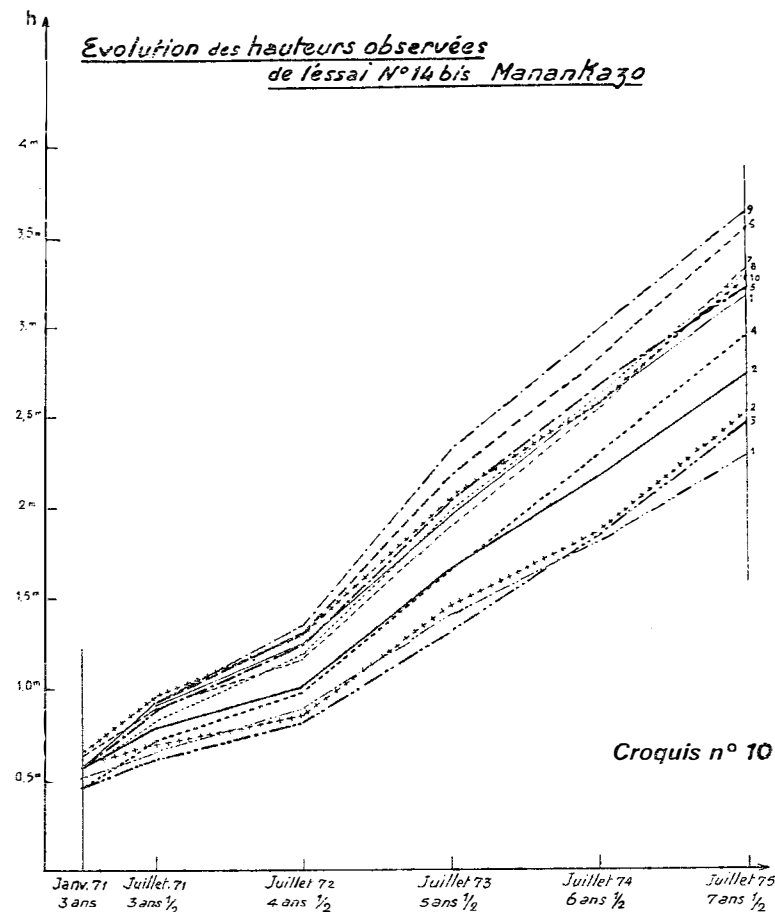
Globalement, on constate une bonne réponse aux engrais PK et NPK ainsi qu'un effet doses marqué. La réponse à l'apport d'engrais phosphaté, tout comme dans le premier test est insignifiante.



N°	Trait.	Fertilisation	N°	Trait.	Fertilisation
1 et 1'	O	Témoin	6	Complet	150 g 11-22-16
2 et 2'	OS	Témoin sarclé	7	2-P	100 g Supertriple 200 g Hyperphosphate
3	P	50 g Supertriple 100 g Hyperphosphate	8	2-PK	100 g Supertriple 200 g Hyperphosphate 100 g Sulf. de potasse
4	PK	50 g Supertriple 100 g Hyperphosphate 50 g Sulf. de potasse	9	2-NPK	80 g Ammonitrate 100 g Supertriple 200 g Hyperphosphate 100 g Sulf. de potasse
5	NPK	40 g Ammonitrate 50 g Supertriple 100 g Hyperphosphate 50 g Sulf. de potasse	10	2-Complet	300 g de 11-22-16

Croquis n° 9

Evolution des hauteurs observées - Essai N° 14 - Manankazo



Croquis n° 10

N°	Trait.	Fertilisation	N°	Trait.	Fertilisation
1 et 1'	O	Témoin	6	Complet	150 g 11-22-16
2 et 2'	OS	Témoin sarclé	7	2-P	100 g Supertriple 200 g Hyperphosphate
3	P	50 g Supertriple 100 g Hyperphosphate	8	2-PK	100 g Supertriple 200 g Hyperphosphate 100 g Sulf. de potasse
4	PK	50 g Supertriple 100 g Hyperphosphate 50 g Sulf. de potasse	9	2-NPK	80 g Ammonitrate 100 g Supertriple 200 g Hyperphosphate 100 g Sulf. de potasse
5	NPK	40 g Ammonitrate 50 g Supertriple 100 g Hyperphosphate 50 g Sulf. de potasse	10	2-Complet	300 g de 11-22-16

4.3 Fertilisation de plantations âgées

4.3.1 Fertilisation de plantations malvenantes

L'essai 22, testait l'effet de 3 doses de NPK 13-13-21 (200, 400 et 800 kg/ha) sur des plantations âgées de 9 ans pour une taille de 2,8m.

Un an et demi après l'apport d'engrais on constate un effet doses significatif: les accroissements observés sont les suivants:

- Témoin: 34 cm
- 200 kg/ha: 42 cm soit + 24%
- 400 et 600 kg/ha : 56 cm soit + 65%

Cet essai nous montre une bonne réponse à l'engrais. Néanmoins la croissance reste faible. Cet essai a été parcouru par le feu et n'a donc pas pu être suivi plus longtemps. La reprise de l'expérimentation serait nécessaire.

4.3.2 Fertilisation de plantations bienvenantes

2 essais ont été installés sur un peuplement âgé de 9 ans qui avait reçu une légère fertilisation à la plantation. La hauteur moyenne était de 5,9m dans l'essai 17 et 5,3m dans l'essai 18. Les surfaces terrières étaient de 13,5 m²/ha.

Les traitements appliqués, ainsi que les résultats de ces essais sont présentés au graphique 11.

Nous constatons une excellente réponse du peuplement à l'apport d'engrais. En ce qui concerne la composition de ce dernier les combinaisons PK et NPK sont les plus efficaces. La formule ternaire 11-22-16 apporte une amélioration moins importante qu'un mélange d'hyperphosphate, de supertriple, de sulfate de potasse et d'ammonitrate. Les raisons peuvent en être multiples: rapport P/K mieux adapté dans le mélange que dans l'engrais dit complet (104 P2O5 - 48 K2O contre 66 P2O5 - 48 K2O), présence de calcium et de soufre, 2 éléments plus ou moins gravement carencés dans cette région.

L'effet doses est également très net: l'apport de 600 kg/ha de NPK 11-22-16 permet de doubler l'accroissement en volume, et celui de 1200 kg/ha de tripler cet accroissement en seulement l'espace de 3 ans.

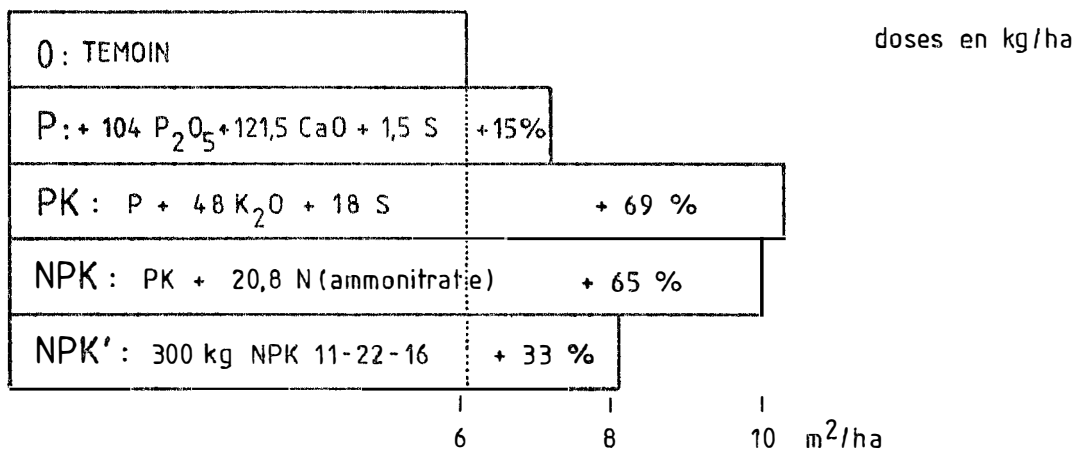
FERTILISATION EN COURS DE REVOLUTION *

A FERTILISATION P-PK et NPK à 9 ans

Manankazo essai XVII

ACCROISSEMENTS EN SURFACE TERRIERE en 3 années et demie

Surface terrière de départ : 13,49 m²/ha

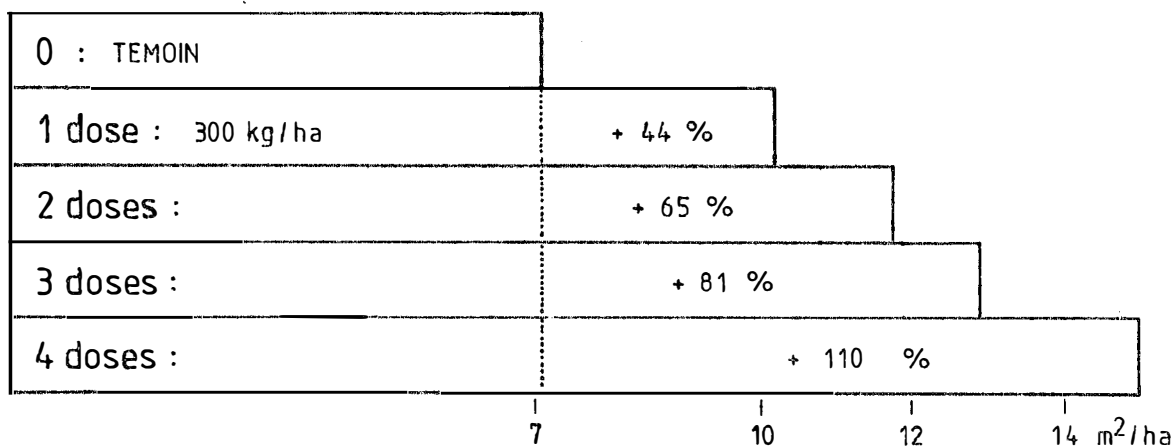


B DOSES NPK 11-22-16 à 9 ans

Manankazo essai XVIII

ACCROISSEMENTS EN SURFACE TERRIERE en 3 années et demie

Surface terrière de départ : 13,63 m²/ha



* Fertilisation à la plantation : (kg/ha) 9,2 N - 12 P₂O₅ - 19,2 K₂O - 48 CaO - 20 MgO

5 CONCLUSIONS

Nous venons de décrire brièvement 17 essais de fertilisation mis en place dans le Tampoketsa d'Ankazobe.

Nous pouvons en tirer les conclusions suivantes concernant le Pinus patula:

5.1 Techniques d'installation des peuplements

- La fertilisation de départ donne de meilleurs résultats si elle est associée à un bon travail du sol: billonnage, sous-solage-billonnage ou labour en bandes. Le labour en plein devra être testé dans un proche avenir.

- L'apport fractionné, moitié au trou de plantation, moitié diffus dans la raie de sous-solage, améliore légèrement l'effet de l'engrais.

- L'apport de fertilisants sur un sol enherbé profite beaucoup à la végétation adventice, et amoindrit l'effet de l'engrais. Il est donc souhaitable de fertiliser des plantations effectuées sur un sol aussi propre que possible et de le maintenir dans cet état, par sarclage, pendant 2 ou 3 années.

- La formule d'engrais à conseiller est de type PK ou NPK. Par contre il apparaît que les engrais composés sont moins efficaces que les mélanges d'engrais simples; en effet les éléments Ca, S et Mg apportent des améliorations non négligeables de production.

Nous proposerons donc d'utiliser si possible une fertilisation composée comme suit: 500 kg/ha de phosphates naturels + 150 kg/ha de sulfate de potasse soit 150 kg/ha de P₂O₅, 75 kg/ha de K₂O, 250 kg/ha de CaO et 27 kg/ha de S. Il semble que l'apport de dolomie soit également souhaitable: l'apport de 100 kg/ha correspond à 28 kg supplémentaires de CaO et à 20 kg/ha de MgO.

En ce qui concerne l'azote, nous ne pouvons nous prononcer avec certitude. Son apport en complément à PK semble, en moyenne, n'avoir que peu d'influence. Ce point est à étudier plus intensément à l'avenir.

- L'effet de la fertilisation de départ, sur ces sols extrêmement pauvres, semble être limité dans le temps. Dans l'essai 5, l'effet s'atténue vers l'âge de 9 ans. Une seconde fertilisation devrait donc intervenir avant cette date.

- Le renouvellement de la fertilisation a un effet très marqué (essais 17 et 18). Des doses aussi importantes que dans l'essai 18 (600 à 1200 kg/ha de NPK 11-22-16) ne sont peut-être pas nécessaires si on apporte l'engrais sur une plantation déjà bien fertilisée au départ. Nous pensons pouvoir conseiller une fertilisation du même type que celle à la plantation.

- La destruction des différents essais par le feu nous amène à préconiser l'utilisation de toutes les techniques préventives imaginables: installation de pare-feu, désherbage des jeunes plantations, élagage précoce pour éviter que les feux courants accidentels ne gagnent les cimes,...

5.2 Recherches complémentaires à entreprendre

Nous ne présentons ici que quelques grandes lignes de recherches qui pourraient être entreprises. Nous laissons aux spécialistes de la programmation de la recherche à Madagascar, le soin de définir les axes prioritaires qui devront être abordés.

- Un point très important, sortant quelque peu du cadre de notre propos, est l'amélioration génétique du matériel végétal qui peut permettre d'augmenter, à elle seule, la productivité de manière considérable.

- L'interaction travail du sol - composition de l'engrais devrait être réétudiée avec différentes espèces de reboisement: Pins - Eucalyptus principalement. Le travail du sol doit se limiter aux techniques les plus efficaces: labour en bandes, labour en plein, sous-solage-billonnage avec ou non sarclage en fin de saison des pluies (avril) pendant 3 années.

- L'influence des oligo-éléments, dans ce type de sol, doit être étudiée. En effet des dessèchements de cimes sont apparus dans quelques essais (essais 4, 5 et 18).

- La persistance de l'effet de l'engrais et la détermination de l'âge optimal de refertilisation en cours de révolution. Un tel essai pourrait comprendre les traitements suivants après fertilisation de départ de l'ensemble: témoin, refertilisation à 3, 5, 7, 9 et 11 ans.

- Ces essais devraient être couplés avec l'étude des points suivants:

- évolution de la nutrition minérale par analyse foliaire et évolution physico-chimique et biologique des sols selon les traitements.

- influence des traitements sur les qualités des bois: grosseur des branches (taille des noeuds), densité,

résistance, etc...

- effets sur l'état sanitaire du peuplement, action sur les parasites et agents pathogènes.

6 BIBLIOGRAPHIE

- 1 BAILLY - RAMANANTSOAVINA - BENOIT de COIGNAC -
RAKOTOMANAMPISON - MALVOS 1974 : Fertilisation des
plantations de Pins à Madagascar.
Bois et Forêts des Tropiques 158 - Nov-Déc 1974.
- 2 CTFT/Madagascar 1967 : Essais de fertilisation sur
Pinus patula à Manankazo.
Note CTFT/Mad 115.
- 3 CTFT/Madagascar 1968 : Essais sylvicoles sur Pins
(Fertilisation, travail du sol, comparaison
kesiya - patula)
Note CTFT/Mad 144.
- 4 CTFT/Madagascar 1969 : Etude de la vocation des sols
du périmètre de Manankazo
Note CTFT/Mad 151.
- 5 CTFT/Madagascar 1969 : Projets d'essais sur les Pins
à Manankazo 1969-1970
Note CTFT/Mad 171.
- 6 CTFT/Madagascar 1971 : Compte-rendu d'installation des
tests et essais mis en place durant la campagne
1970-71 à Manankazo
Note CTFT/Mad 198.
- 7 CTFT/Madagascar 1971 : Note sur l'aménagement du
périmètre de Manankazo
Note CTFT/Mad 226.
- 8 MALVOS C.- BAILLY C. 1980 : Expérimentations réalisées
à Madagascar sur la fertilisation des boisements
de Pins après plantation.
Cahiers Scientifiques de B.F.T. n° 5.
- 9 MALVOS C.- VERBEQUE B.- RAKOTOMANANA J.L. 1980 : Essai
de synthèse des expérimentations en vase de
végétation réalisées par le C.T.F.T. à Madagascar
de mai 1969 à janvier 1975.
Note FOFIFA/DRFP 456.
- 10 de VERGNETTE - BAILLY - BENOIT de COIGNAC - MALVOS -
HUEBER : Fertilisation minérale des plantations de
Pinus patula sur les Hauts-Plateaux Malgaches
Bois et Forêts des Tropiques 125 - mai-juin 1969.